

Tesi triennale in Fisica

Anno Accademico 2010/2011

Titolo: *Spettroscopia ottica di singoli punti quantici di GaAs su substrati virtuali di Si-Ge.*

Candidato: *Nicola Biagi*

Relatore: *Anna Vinattieri*

(vinattieri@fi.infn.it)

Da qualche decennio una parte dell'attività di ricerca nel campo dei semiconduttori si è rivolta allo studio della possibilità di integrazione di dispositivi nanometrici in circuiti basati sulla tecnologia CMOS. Fra i materiali III-V nanostrutturati che rivestono un grande interesse tecnologico per la realizzazione di emettitori di singolo fotone vi sono i punti quantici (QD) di GaAs. Tuttavia le più significative ricadute in campo applicativo richiedono una efficiente integrazione di questi dispositivi su substrati di Si. Questa tesi si svolge nell'ambito di un progetto di interesse nazionale (GOCCIA) che mira alla realizzazione e allo studio di QDs di GaAs/AlGaAs su substrati virtuali di silicio con crescita compatibile con la tecnologia CMOS. Utilizzando un'avanzata tecnica di crescita epitassiale (Modified Droplet Epitaxy MDE) è stato possibile realizzare punti quantici di GaAs con elevata efficienza radiativa a partire da un substrato di Si introducendo uno strato virtuale di $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ con x decrescente verso lo strato superiore su cui vengono depositi i QDs, riducendo la concentrazione di difetti strutturali legata al differente passo reticolare fra GaAs e Si. Il campione studiato nella tesi fa parte di un set di campioni cresciuti dal gruppo del Prof. Sanguinetti (Laboratorio L-Ness, Università di Milano Bicocca). Lo scopo di questa tesi consiste nello studio della ricombinazione radiativa di elettroni e lacune fotoeccitati in un singolo punto quantico. Per misurare la fotoluminescenza emessa da un singolo QD ho utilizzato un apparato sperimentale che si basa su un microscopio confocale con risoluzione spaziale di $1\ \mu\text{m}$: per questo le misure effettuate sono dette di microfotoluminescenza, (μPL). Data la densità superficiale dei QDs nell'area di circa $1\ \mu\text{m}^2$ si isolano una decina di punti la cui emissione è uno spettro di righe ben risolvibile con il nostro apparato. Le misure effettuate per compiere questa analisi sono di due tipi. Le prime, integrate in tempo, ci hanno permesso sia di valutare il popolamento, al variare della potenza di eccitazione, degli stati eccitonici (X) e bieccitonici (XX) presenti nei QDs osservati, sia di verificare che la luminescenza rivelata fosse effettivamente localizzata in modo da poter correlare l'emissione bieccitonica a quella eccitonica. Le misure risolte in tempo, invece, ci hanno fornito informazioni riguardo i tempi caratteristici dei processi di ricombinazione radiativa che avvengono all'interno di ogni QD sia per gli eccitoni che per i bieccitoni con valori caratteristici di $\sim 1\ \text{ns}$ per X e $\sim 500\ \text{ps}$ per XX. Dal confronto dei dati ottenuti con quelli relativi ai migliori campioni di QDs di GaAs/AlGaAs presenti in letteratura emerge che le tecniche utilizzate per crescere queste nanostrutture sul substrato di Si consentono una elevata qualità ottica, lasciando circa invariati parametri come la vita media o la potenza massima di saturazione. Possiamo quindi concludere che sono stati compiuti eccellenti passi in avanti per l'integrazione di nanoemettitori di luce in chip a base di Si.